

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 196 47 144 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 27/41**

②① Aktenzeichen: 196 47 144.3  
②② Anmeldetag: 14. 11. 96  
④③ Offenlegungstag: 22. 5. 97

DE 196 47 144 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
15.11.95 JP 7-322158 15.10.96 JP 8-293312

⑦① Anmelder:  
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:  
Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

⑦② Erfinder:  
Nakano, Syuichi, Kariya, Aichi, JP; Sugiyama,  
Tomio, Kariya, Aichi, JP; Imamura, Shinichiro,  
Kariya, Aichi, JP; Sano, Hiromi, Kariya, Aichi, JP

⑤④ Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses

⑤⑦ Ein Element zum Erfassen eines Luft-/Kraftstoffverhältnisses weist eine Pumpzelle, die auf sich mindestens ein Paar von Pumpelektroden aufweist, eine Sensorzelle, die auf sich mindestens ein Paar von Sensorelektroden aufweist, und eine Gaskammer auf, die zwei Oberflächen aufweist, die durch die Pumpzelle und die Sensorzelle definiert sind. Zwei bis fünf Gaslöcher, die den gleichen Durchmesser aufweisen und mit der Gaskammer in Verbindung stehen sind zum Einbringen von erfaßtem Gas in die Gaskammer vorgesehen. Die Gaslöcher bilden ihre Projektionsabbildungen auf einer Oberfläche der Sensorzelle aus, welche auf sich eine Sensorelektrode aufweist und der Gaskammer gegenüberliegt, wenn die Gaslöcher senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle projiziert werden. Weiterhin ist die Sensorelektrode durch eine gedachte Linie, die den Schwerpunkt der Sensorelektrode und die Mitte der Projektionsabbildung jedes Gaslochs verbindet, in eine Mehrzahl von ähnlichen Unterbereichen teilbar.

DE 196 47 144 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 97 702 021/565

27/22

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das vorzugsweise zum Erfassen der Konzentration einer besonderen Gaskomponente in einem Abgasdurchgang einer Brennkraftmaschine oder dergleichen verwendet wird.

Emissionsgas, das von einem Kraftfahrzeug abgegeben wird, ist in jüngster Zeit stark beschränkt worden und dies wird noch strenger erforderlich werden, um die Menge von gefährlichen Komponenten zu verringern. Demgemäß wird eine Verbesserung eines Abgasreinigungswirkungsgrads weiter erforderlich werden. Bezüglich eines Verfahrens zum Verbessern des Reinigungsergebnisses des Abgases muß das Luft/Kraftstoffverhältnis eines Kraftstoffgemischs genau gesteuert werden, bevor es in eine Brennkraftmaschine eingebracht wird.

Um ein ideales oder theoretisches Luft/Kraftstoffverhältnis zu verwirklichen, ist es üblich, ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses in dem Abgasdurchgang der Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs anzubringen. Genauer gesagt kann die Kraftstoffmenge, die der Brennkammer der Brennkraftmaschine zugeführt wird, in Übereinstimmung mit dem Erfassungsergebnis des Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das in den Abgasdurchgang eingebaut ist, fein rückkopplungsgesteuert werden.

Bezüglich eines Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses im Stand der Technik ist ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses bekannt, das einen Sauerstoffionen leitenden festen Elektrolyten verwendet. Dieses Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses ist das Sauerstoffkonzentrationserfassungselement, welches eine Pumpzelle, die Pumpelektroden aufweist, eine Sensorzelle, die Sensorelektroden aufweist, und eine Gaskammer aufweist, die zwischen diesen zwei Zellen definiert ist. Zahlreiche Gaslöcher sind zum Einbringen eines Teils eines erfaßten Gases in die Gaskammer auf der Pumpelektrode geöffnet oder vorgesehen. Im allgemeinen ist es bei einem solchen Gaskonzentrationserfassungselement normalerweise erforderlich, eine zweckmäßige Gasdiffusionseinrichtung vorzusehen. Ein Vorsehen von Gaslöchern auf der Pumpelektrode ist wirkungsvoll, um das erfaßte Gas zu diffundieren, und deshalb können die Gaslöcher selbst als die Gasdiffusionseinrichtung dienen. Alternativ ist es ebenso möglich, eine als die Gasdiffusionseinrichtung dienende poröse Schicht auf der Pumpzelle vorzusehen. Die Sensorzelle und die Pumpzelle bestehen aus einem festen Elektrolyten aus Zirkondioxid.

Bei dem zuvor beschriebenen Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses kann das Luft/Kraftstoffverhältnis des erfaßten Gases durch Erfassen der Sauerstoffkonzentration in dem erfaßten Gas gemessen werden. Genauer gesagt diffundiert ein Teil des erfaßten Gases durch die Gasdiffusionseinrichtung in die Gaskammer. In diesem Fall wird die Spannung, die zwischen den Pumpelektroden angelegt ist, durch Überwachen der elektromotorischen Kraft, die auf die Sensorzelle wirkt, gesteuert, so daß die Sauerstoffkonzentration des erfaßten Gases in der Gaskammer ein konstanter Wert wird.

Durch dieses Steuern bewirkt die Pumpzelle aufgrund ihrer Sauerstoffpumpfunktion einen Pumpstrom. Die Höhe des Pumpstroms hängt von der Sauerstoff-

konzentration des erfaßten Gases ab. Demgemäß ist es durch Messen des Pumpstroms möglich, die Sauerstoffkonzentration des erfaßten Gases zu messen.

Um ein hochgenaues und schnell reagierendes Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses zu verwirklichen, ist es zwingend erforderlich, jede Dispersion in der Diffusion des erfaßten Gases zu beseitigen und jede unerwünschte abgestufte Verteilung in der Konzentration des erfaßten Gases entlang der Oberfläche der Sensorelektrode zu verhindern.

Weiterhin ist es wichtig, um eine bevorzugte Diffusion des erfaßten Gases zu verwirklichen, den Strömungswiderstand durch die Gasdiffusionseinrichtung zu verringern. Um den Strömungswiderstand in der Gasdiffusionseinrichtung zu verringern, ist es im allgemeinen bevorzugt, die Gaslöcher anstelle eines Anwendung der porösen Schicht vorzusehen.

Aus dem zuvor beschriebenen Grund sind die Elemente zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses im Stand der Technik meist von dem Typ, der zahlreiche Gaslöcher aufweist, die auf den Pumpelektroden vorgehen sind.

Jedoch kann das Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses im Stand der Technik, das zahlreiche Gaslöcher aufweist, kein Sensorausgangssignal erzielen, das ein gutes Verhalten bezüglich der Änderung einer Sauerstoffkonzentration des erfaßten Gases aufweist.

Weiterhin erfordert ein Ausbilden zahlreicher Gaslöcher auf den Pumpelektroden zwingend, den Durchmesser jedes Gaslochs verringern, was zu einem zeitaufwendigen genauen Verarbeitungsvorgang bei der Herstellung des Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses führt.

Weiterhin wird der Strömungswiderstand im allgemeinen mit einem Verringern eines Durchmessers jedes Gaslochs erhöht. Es benötigt eine bemerkenswert lange Zeit, daß das erfaßte Gas in die Gaskammer diffundiert, was zu einer Verschlechterung der Empfindlichkeit in dem Verhalten des Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses führt.

Weiterhin wird, wenn das Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses lediglich ein einziges als die Gasdiffusionseinrichtung dienendes Gasloch aufweist, das erfaßte Gas in radiale Richtungen um dieses einzige Gasloch herum diffundiert und daher gibt es die Möglichkeit, daß das erfaßte Gas eine unerwünschte abgestufte Verteilung in seiner Konzentration zwischen der nahen Seite und der fernen Seite der Projektionsabbildung dieses einzigen Gaslochs verursacht.

Im Hinblick auf die vorhergehenden Ausführungen ist, wie es in Fig. 23 gezeigt ist, ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses bekannt, das lediglich ein einziges Gasloch aufweist. Gemäß diesem Stand der Technik stimmt die Mitte einer Gaslochprojektionsabbildung 80, die auf die Oberfläche einer Sensorzelle 92 projiziert ist, mit dem Schwerpunkt 921 einer Sensorelektrode 920 überein und wird die Sensorelektrode 920 nicht von der Gaslochprojektionsabbildung 80 überlappt. (Vergleiche die ungeprüfte Japanische Patentanmeldung Nr. 63-61945).

Gemäß diesem Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses eines Typs mit einem einzigen Gasloch im Stand der Technik wird das erfaßte Gas in radiale Richtungen um die Gaslochprojektionsabbildung 80 herum diffundiert und erreicht dann den Bereich der Sensorelektrode 920. Dieser Aufbau kann wirkungsvoll sein, um die zuvor beschriebene abgestufte

Verteilung in der Konzentration des erfaßten Gases mindestens in dem Bereich der Sensorelektrode 920 zu beseitigen, was verhindert, daß als Reaktion auf die Änderung des Luft/Kraftstoffverhältnisses des erfaßten Gases irgendein Überspringen in dem Ausgangssignal bei einem Übergangsverhalten verursacht wird.

Jedoch weist dieses Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses im Stand der Technik einen Nachteil in seiner Reaktionsgeschwindigkeit auf, da die Sensorelektrode 920 mit einem vorbestimmten Abstand weit von der Gaslochprojektionsabbildung 80 entfernt ist. Um eine solche Verschlechterung von Verhaltenscharakteristiken zu vermeiden, ist es möglich, die Abmessung der Sensorelektrode 920 zu verringern, aber eine solche Verringerung der Abmessung wird zu einer unerwünschten Abnahme des Sensorausgangssignals und einer Erhöhung des Widerstands der Sensorzelle 92 führen.

Im Hinblick auf die zuvor beschriebenen Probleme, die im Stand der Technik verursacht werden, besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung demgemäß darin, ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses zu schaffen, das eine hervorragende Genauigkeit und ein hervorragendes Verhalten aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mittels eines Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach Anspruch 1 oder 5 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses auf: eine Pumpzelle, die auf sich mindestens ein Paar von Pumpelektroden aufweist; eine Sensorzelle, die auf sich mindestens ein Paar von Sensorelektroden aufweist; und eine Gaskammer, die zwei Oberflächen aufweist, die durch die Pumpzelle und die Sensorzelle definiert sind. Zwei bis fünf Gaslöcher, die mit der Gaskammer in Verbindung stehen, sind zum Einbringen eines erfaßten Gases in die Gaskammer vorgesehen. Die Gaslöcher sind in ihrer Abmessung im wesentlichen miteinander identisch. Die Gaslöcher bilden ihre Projektionsabbildungen auf einer Oberfläche der Sensorzelle aus, welche auf sich eine Sensorelektrode aufweist und der Gaskammer gegenüberliegt, wenn die Gaslöcher senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle projiziert werden. Weiterhin ist die Sensorelektrode durch eine gedachte Linie, die den Schwerpunkt der Sensorelektrode und die Mitte der Projektionsabbildung jedes Gaslochs verbindet, in eine Mehrzahl von ähnlichen Unterbereichen teilbar.

Gemäß den Merkmalen von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung erfüllen die Unterbereiche der Sensorelektrode die folgende Beziehung:

$$S/s \leq 1.25$$

wobei S die Fläche des größten Unterbereichs bezeichnet und s die Fläche des kleinsten Unterbereichs bezeichnet.

Weiterhin ist es bevorzugt daß mindestens ein Teil der Projektionsabbildung jedes Gaslochs innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode ausgebildet ist. Ansonsten ist die Projektionsabbildung jedes Gaslochs vollständig innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode ausgebildet.

Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses auf: eine Pumpzelle, die auf sich

mindestens ein Paar von Pumpelektroden aufweist; eine Sensorzelle, die auf sich mindestens ein Paar von Sensorelektroden aufweist; und eine Gaskammer, die zwei Oberflächen aufweist, die durch die Pumpzelle und die Sensorzelle definiert sind. Zwei bis fünf Gaslöcher, die mit der Gaskammer in Verbindung stehen, sind zum Einbringen eines erfaßten Gases in die Gaskammer vorgesehen. Die Gaslöcher sind in ihrer Abmessung im wesentlichen miteinander identisch. Die Gaslöcher bilden ihre Projektionsabbildungen auf einer Oberfläche der Sensorzelle aus, welche auf sich eine Sensorelektrode aufweist und der Gaskammer gegenüberliegt, wenn die Gaslöcher senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle projiziert werden. Diese Gaslöcher definieren eine maximale bzw. übergeordnete Gestaltung, wenn die Mitten der Gaslöcher miteinander verbunden werden. Die maximale Gestaltung weist den Schwerpunkt auf, dessen Projektionsabbildung auf der Sensorelektrode ausgebildet ist, wenn die maximale Gestaltung senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle projiziert wird. Weiterhin erfüllen die Gaslöcher und die Sensorelektrode zusammen die folgende Beziehung:

$$0 \leq m \leq 0.1 M$$

wobei m den Versatzwert von der Projektionsabbildung des Schwerpunkts der maximalen Gestaltung zu dem Schwerpunkt der Sensorelektrode bezeichnet, während M den kleinsten Abstand von dem Schwerpunkt der Sensorelektrode zu dem Umfang der Sensorelektrode bezeichnet, der sich auf der gleichen Seite wie die Projektionsabbildung des Schwerpunkts der maximalen Gestaltung befindet.

Gemäß den Merkmalen der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ist die Gesamtzahl der Gaslöcher entweder drei, vier oder fünf und ist der Abstand zwischen beliebig ausgewählten benachbarten zwei Gaslöchern der gleiche wie der Abstand zwischen irgendwelchen anderen benachbarten zwei Gaslöchern. Weiterhin erfüllen die Gaslöcher zusammen die folgende Beziehung:

$$0.9L \leq l_n \leq 1.1L$$

wobei  $l_n$  den Abstand zwischen irgendwelchen benachbarten zwei Gaslöchern bezeichnet und L den Mittelwert aller Abstände zwischen benachbarten zwei Gaslöchern bezeichnet.

Weiterhin ist es bevorzugt, daß die Gaslöcher zusammen die folgende Beziehung erfüllen:

$$0.88R \leq r_n \leq 1.12R$$

wobei  $r_n$  den Durchmesser irgendeines der Gaslöcher bezeichnet, während R den Mittelwert aller Durchmesser der Gaslöcher bezeichnet.

Auf die gleiche Weise wie bei dem Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Aspekt ist es bevorzugt, daß mindestens ein Teil der Projektionsabbildung jedes Gaslochs innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode ausgebildet ist. Alternativ ist die Projektionsabbildung jedes Gaslochs vollständig innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode ausgebildet.

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht des zerlegten Zustands eines Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Draufsicht einer Sensorzelle des Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine Ansicht der positionellen Beziehung zwischen der Abbildung eines auf die Oberfläche der Sensorzelle projizierten Gaslochs und einer auf der Oberfläche der Sensorzelle ausgebildeten Sensorelektrode gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht des zusammengesetzten Zustands des Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine entlang einer Linie A-A in Fig. 4 genommene Querschnittsansicht;

Fig. 6 eine Querschnittsansicht eines Gesamtaufbaus eines Luft/Kraftstoffverhältnisdetektors gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 einen Graph der die Beziehung zwischen der Anschlußspannung des Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses und des Sensorausgangssignals darstellenden  $V_s$ -i-Charakteristiken gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verglichen mit einem Vergleichsbeispiel;

Fig. 8 einen Graph der Beziehung zwischen der Sauerstoffkonzentration des erfaßten Gases und dem Sensorausgangssignal gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verglichen mit einem Vergleichsbeispiel;

Fig. 9A bis 9D Draufsichten verschiedener Abänderungen von an einem zwei Gaslöcher aufweisenden Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses anwendbaren Sensorzellen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10A bis 10C Draufsichten verschiedener Abänderungen von an einem vier Gaslöcher aufweisenden Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses anwendbaren Sensorzellen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11A und 11B Draufsichten verschiedener Abänderungen von an einem drei Gaslöcher aufweisenden Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses anwendbaren Sensorzellen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12A und 12E Draufsichten verschiedener an einem fünf Gaslöcher aufweisenden Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses anwendbaren Sensorzellen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13A eine Draufsicht eines sich innerhalb des Bereichs von Pumpelektroden befindende Gaslöcher aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13B eine entlang einer Linie B-B in Fig. 13A genommene Querschnittsansicht;

Fig. 14A eine Draufsicht eines sich außerhalb des Bereichs von Pumpelektroden befindende Gaslöcher aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14B eine entlang einer Linie C-C in Fig. 14A genommene Querschnittsansicht;

Fig. 15 eine perspektivische Ansicht des zerlegten Zustands eines sich außerhalb des Bereichs einer Sensorelektrode befindende Gaslochprojektionsabbildungen aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 eine Querschnittsansicht eines eine auf den Innenseiten einer Gaskammer in einer nicht gegenüberliegenden Beziehung angeordnete Pumpzelle und Sensorzelle aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 17 eine perspektivische Ansicht des zerlegten Zustands des Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses in Fig. 16;

Fig. 18 eine Querschnittsansicht eines eine auf den Innenseiten einer Gaskammer in einer nicht gegenüberliegenden Beziehung angeordnete Pumpzelle und Sensorzelle aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 19 eine perspektivische Ansicht des zerlegten Zustands des Elements zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses in Fig. 18;

Fig. 20 eine Draufsicht einer Sensorzelle eines in einer Linie ausgerichtete vier Gaslöcher aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 21 eine Draufsicht einer Sensorzelle eines drei Gaslöcher aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei welchem der Schwerpunkt und ihre Projektionsabbildung nicht überlappt sind;

Fig. 22 eine Draufsicht einer Sensorzelle eines drei Gaslöcher aufweisenden Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei welchem die Abstände irgendwelcher zwei Gaslöcher nicht miteinander identisch sind; und

Fig. 23 eine Draufsicht einer Sensorzelle eines Elements zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses im Stand der Technik.

Es folgt die Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung, wobei identische Teile durchgängig durch die Darstellungen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 6 beschrieben. Das Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß der vorliegenden Erfindung kann vorzugsweise zum Erfassen der Konzentration von  $O_2$ ,  $NO_x$ , HC und anderen Gasen verwendet werden.

Wie es in den Fig. 1, 2, 4 und 5 gezeigt ist, weist ein Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine Pumpzelle 11, die Pumpelektroden 110 aufweist, die auf gegenüberliegenden Oberflächen von ihr vorgesehen sind, eine Sensorzelle 12, die Sensorelektroden 120 aufweist, die auf gegenüberliegenden Oberflächen von ihr vorgesehen sind, und eine erste Gaskammer 130 auf, die zwischen dieser Pumpzelle

11 und Sensorzelle 12 definiert ist. Die Pumpelektrode 110 weist zwei Gaslöcher 2 auf, die symmetrisch angeordnet sind und die gleiche Fläche und Gestaltung (zum Beispiel den gleichen Durchmesser in dem Fall eines kreisförmigen Lochs) aufweisen. Diese Gaslöcher 2 weisen die Funktion eines Einbringens des zu erfassenden Gases in die erste Gaskammer 130 auf.

Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, ist die Sensorelektrode 120 durch eine gedachte gerade Linie, die durch den Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 und die Mitte 200 (vergleiche Fig. 3) jeder Gaslochprojektionsabbildung 20 geht, in zwei Unterbereiche 21 und 22 geteilt, die im wesentlichen die gleiche oder eine ähnliche Fläche und Gestaltung aufweisen. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Gaslochprojektionsabbildung 20 durch ein zu der Oberfläche der Sensorzelle 12 senkrechtes oder vertikales Projizieren des Gaslochs 2 ausgebildet. Genauer gesagt ist jedes Gasloch 2 ein kreisförmiges Loch, das den gleichen Durchmesser von 0,2 mm aufweist, während die Fläche jedes Unterbereichs 21 oder 22 4 mm<sup>2</sup> beträgt.

Gemäß den Untersuchungen der Erfinder ist es bevorzugt, daß sich der Durchmesser jedes Gaslochs 2 irgendwo in dem Bereich von 0,05 bis 0,6 mm befindet und sich die Fläche jedes Unterbereichs 21 oder 22 irgendwo in dem Bereich von 2 bis 10 mm<sup>2</sup> befindet. Weiterhin befindet sich die Summe aller Gaslöcher 2 irgendwo in dem Bereich von 0,007 bis 0,6 mm<sup>2</sup>.

Die Pumpzelle 11 weist eine Schicht eines festen Elektrolyten aus Zirkondioxid auf jeder der gegenüberliegenden Oberflächen auf, auf welchen die Pumpelektrode 110 ausgebildet ist, wie es in Fig. 5 gezeigt ist. Jede Pumpelektrode 110 weist hauptsächlich ein wärmebeständiges leitfähiges Material, wie zum Beispiel Platin, auf, das eine Elektrodenaktivität aufweist. Auf eine ähnliche Weise weist die Sensorzelle 12 eine Schicht eines festen Elektrolyten aus Zirkondioxid auf jeder der gegenüberliegenden Oberflächen auf, auf welcher die Sensorelektrode 120 ausgebildet ist, wie es in Fig. 5 gezeigt ist. Jede Sensorelektrode 120 weist hauptsächlich ein wärmebeständiges leitfähiges Material auf.

Wie es in den Fig. 1, 4 und 5 gezeigt ist, befindet sich in dem zuvor beschriebenen Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses ein Abstandshalter 13 zwischen der Pumpzelle 11 und der Sensorzelle 12. Der Abstandshalter 13 besteht aus Keramik, die eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit aufweist. Dieser Abstandshalter 13 weist eine rechteckige Öffnung auf, die die erste Gaskammer 130 definiert; in welche Gas eingebracht werden kann, um dessen Konzentration zu erfassen.

Ein aus Keramik bestehender Kanal 14 ist an dem unteren Teil der Sensorzelle 12 vorgesehen. Dieser Kanal 14 definiert eine zweite Gaskammer 140, in welche Referenzgas eingebracht wird. Eine Erwärmungsvorrichtung 15, die eine Mehrzahl von Erwärmungselementen 150 aufweist, ist unter dem Kanal 14 vorgesehen.

Weiterhin ist das Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses in einen Luft/Kraftstoffverhältnisdetektor 7 eingebaut, wie es in Fig. 6 gezeigt ist, um die Konzentration der beabsichtigten Komponente, die in dem zu erfassenden Gas enthalten ist, zu erfassen.

Das Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses ist fest in einem Gehäuse untergebracht und ist mittels eines Keramikisolators 73 befestigt. Wie es in den Fig. 1 und 4 gezeigt ist, sind, um das Sensorausgangssignal aus dem Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses aus zugeben, Anschlußleiter 74

an leitfähige wärmebeständige metallische Bahnen 119 und 129 punktgeschweißt, die auf der Oberfläche des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses angebracht sind.

Als ein weiteres Verfahren zum Ausgeben des Sensorausgangssignals ist es möglich, Sensorausgangssignalelektroden ausschließlich an dem Ende des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses vorzusehen und die Metallblechanschlüsse, die an den distalen Enden der Anschlußleiter 74 angeordnet sind, in einen presspassenden Kontakt mit diesen Sensorausgangssignalelektroden zu bringen.

Als nächstes werden zwei Gaslöcher 2 detaillierter beschrieben.

Wie es in Fig. 3 gezeigt ist, ist jedes Gasloch 2 auf der Pumpelektrode 110 an einem vorbestimmten Abschnitt geöffnet, an dem die Gaslochprojektionsabbildung 20, die auf die Sensorzelle 12 projiziert ist, genau mit dem Ende der Sensorelektrode 120 überlappt. Genauer gesagt stimmt der Umfang oder die Außenlinie der Sensorelektrode 120 genau mit der Mitte 200 der kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildung 20 überein. Anders ausgedrückt befindet sich eine Hälfte (das heißt, ein schattierter Abschnitt) der kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildung 20 innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode 120.

Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, stimmt der Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 mit dem Mittelpunkt zwischen den Mitten 200 von zwei kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildungen 20 überein.

Als nächstes wird der Betrieb und die Funktionsweise des zuvor beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Gemäß dem Aufbau des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel befinden sich zwei Gaslöcher 2 an den bestimmten Positionen auf den Pumpelektroden 110, wie es vorhergehend beschrieben worden ist.

Deshalb ist es möglich, diese Gaslöcher 2 so auszubilden, daß sie einen verhältnismäßig großen Durchmesser aufweisen. Anders ausgedrückt wird es leicht sein, eine zweckmäßige Herstellungsgenauigkeit bei dem Ausbilden dieser zwei Gaslöcher 2 sicherzustellen. Demgemäß ist es möglich, die Gaslöcher 2 gleichförmig auszubilden.

Daher kann die Menge von erfaßtem Gas, das durch das Gasloch 2 diffundiert, abgeglichen werden. Es ist möglich, jede unerwünschte abgestufte Verteilung in der Konzentration des erfaßten Gases entlang der Oberfläche der Sensorelektrode 120 zu beseitigen.

Weiterhin sind die Gaslochprojektionsabbildungen 20 gleichförmig oder symmetrisch bezüglich der Sensorelektrode 120 angeordnet. Es ist möglich, jede unerwünschte abgestufte Verteilung in der Konzentration des erfaßten Gases entlang der Oberfläche der Sensorelektrode 120 zu beseitigen.

Demgemäß ist das Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel hochgenau.

Weiterhin kann auch dann, wenn die Konzentration einer bestimmten Komponente (zum Beispiel Sauerstoff) in dem erfaßten Gas plötzlich geändert wird, das Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses im Stand der Technik eine solche plötzliche Änderung nicht erfassen, solange diese Änderung nicht in dem gesamten Bereich der Sensorelektrode auftritt.

Anders ausgedrückt ist es für das Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das die Neigung eines Verursachens der unerwünschten abgestuften

Verteilung in der Konzentration des erfaßten Gases aufweist, schwierig, die zuvor beschriebene plötzliche Änderung der Gaskonzentration zu erfassen.

Jedoch verhindert das Element 1 zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß der vorliegenden Erfindung wirkungsvoll die unerwünschte abgestufte Verteilung in der Konzentration des erfaßten Gases entlang der Oberfläche der Sensorelektrode 120. Deshalb kann die Konzentration der betrachteten Komponente in dem erfaßten Gas genau erfaßt werden. Demgemäß besitzt das Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ein hervorragendes Verhalten.

Fig. 7 zeigt die  $V_s$ - $i$ -Charakteristiken, die die Beziehung zwischen der Anschlußspannung des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses und dem Sensorausgangssignal darstellen, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verglichen mit einem Vergleichsbeispiel C1. Fig. 8 zeigt die Beziehung zwischen der Sauerstoffkonzentration des erfaßten Gases und dem Ausgangssignal gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verglichen mit einem Vergleichsbeispiel C2.

Das Vergleichsbeispiel C1, das bei diesem Vergleich verwendet wird, ist ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das die gleiche Gestaltung wie das Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel aufweist. Gaslöcher des Vergleichsbeispiels C1, die mittels einer Nadelpreßmaschine auf den Pumpelektroden ausgebildet sind, weisen jeweils den Durchmesser von 30  $\mu\text{m}$  auf und der Abstand zwischen zwei Gaslöchern beträgt 0,5 mm.

Weiterhin ist das Vergleichsbeispiel C2 ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das die gleiche Gestaltung wie das Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel aufweist. Dieses Vergleichsbeispiel C2 weist lediglich ein einziges Gasloch auf, das auf den Pumpelektroden an der Position vorgesehen ist, die deren Schwerpunkt entspricht.

In Fig. 7 bezeichnet " $V_s$ " die Anschlußspannung dem Sensorzelle 12, während " $i$ " den Pumpzellenstrom bezeichnet, welches das Sensorausgangssignal ist. Der Erfassungsabschnitt des Elements wird in einer Atmosphäre aus Stickstoffgas, das Sauerstoff mit einer Konzentration von 7,5% enthält, auf 600°C erwärmt. Die Beziehung zwischen dem Pumpzellenstrom  $i$  und der Sensorzellenanschlußspannung  $V_s$  wird überwacht, während die Spannung, die an die Anschlüsse der Pumpzelle angelegt wird, allmählich geändert wird.

Wie es in Fig. 7 gezeigt ist, zeigt das Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß der vorliegenden Erfindung eine ideale Wellenform, gemäß welcher sich die Sensorzellenanschlußspannung  $V_s$  als Reaktion auf eine kleine Änderung des Pumpzellenstrom  $i$  steil ändert, da das Element 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß der vorliegenden Erfindung die ideale Verteilung einer Sauerstoffkonzentration verwirklicht, die gleichförmig entlang der Oberfläche der Sensorelektrode verteilt ist.

Andererseits zeigt, gemäß dem Vergleichsbeispiel C1, die Sensorzellenanschlußspannung  $V_s$  aufgrund einer unebenen oder unregelmäßigen Verteilung der Sauerstoffkonzentration entlang der Oberfläche der Sensorelektrode eine gedämpfte Änderung in Übereinstimmung mit der Änderung des Pumpzellenstroms  $i$ .

Fig. 8 zeigt die steile Änderung der Sauerstoffkon-

zentration in dem erfaßten Gas und die Änderung des Sensorausgangssignals als Vergleich zwischen der vorliegenden Erfindung und dem Vergleichsbeispiel C2. In diesem Fall wird die Sensorzellenanschlußspannung  $V_s$  unter Verwendung einer Hochgeschwindigkeitsanalogschaltung an einem konstanten Wert von 0,45 V gehalten, um die Spannung zu steuern, die an die Pumpzelle angelegt wird. Der Pumpzellenstrom  $i$  (das heißt, das Sensorausgangssignal) wird bei dem Übergang erfaßt, bei dem die Sauerstoffkonzentration des erfaßten Gases auf eine stufenartige Weise steil von 7,5% zu 0% verringert wird.

Wie es in Fig. 8 gezeigt ist, beginnt die Sauerstoffkonzentration zu dem Zeitpunkt  $t_0$ , sich von 7,5% zu 0% zu verringern. Gemäß der vorliegenden Erfindung erreicht das Sensorausgangssignal zu einem Zeitpunkt  $t_1$  schnell 0. Andererseits wird das Sensorausgangssignal gemäß dem Vergleichsbeispiel C2 zu einem Zeitpunkt  $L_2$  ( $t_1 < t_2$ ) 0. Anders ausgedrückt kann die vorliegende Erfindung verglichen mit dem Vergleichsbeispiel C2 der Änderung der Sauerstoffkonzentration schnell folgen. Demgemäß ermöglicht es die vorliegende Erfindung, ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses zu schaffen, das ein hervorragendes Verhalten aufweist.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung einer Abänderung des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Die Fig. 9 bis 12 zeigen verschiedene Abänderungen der Gestaltung der Sensorelektrode 120 und der Stelle der Gaslochprojektionsabbildungen 20 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Zuerst ist es, wie es in den Fig. 9A bis 9D gezeigt ist, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bevorzugt, daß die Sensorelektrode 120 eine abgeflachte rechteckige oder symmetrische quadratische Gestaltung aufweist. Zwei Gaslochprojektionsabbildungen 20 sind symmetrisch ausgebildet, wie es in der Darstellung gezeigt ist.

Die Sensorelektrode 120 ist durch eine gedachte gerade Linie, die durch den Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 und die Mitte 200 (vergleiche Fig. 3) jeder Gaslochprojektionsabbildung 20 geht, in zwei Unterbereiche 21 und 22 geteilt, die im wesentlichen die gleiche Fläche und Gestaltung aufweisen. Wie es vorhergehend beschrieben worden ist, ist die Gaslochprojektionsabbildung 20 durch zu der Sensorzelle 12 senkrecht oder vertikales Projizieren des Gaslochs 2 ausgebildet. Der Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 stimmt mit dem Mittelpunkt zwischen den Mitten 200 von zwei kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildungen 20 überein.

Weiterhin ist es, wie es in den Fig. 10A bis 10C gezeigt ist, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ebenso bevorzugt, daß die Sensorelektrode 120 eine quadratische oder rechteckige (wobei eine Hälfte der langen Seite  $\leq$  einer kurzen Seite ist) Gestaltung aufweist. Eine Gesamtmenge von vier Gaslochprojektionsabbildungen 20 ist symmetrisch ausgebildet, wie es in der Darstellung gezeigt ist.

Die Sensorelektrode 120 ist durch zwei gedachte gerade Linien, die durch den Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 und die Mitte 200 (vergleiche Fig. 3) jeder Gaslochprojektionsabbildung 20 gehen, in vier Unterbereiche 21, 22, 23 und 24 geteilt, die im wesentlichen die gleiche Fläche und Gestaltung aufweisen. Der Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 stimmt mit dem Mittelpunkt zwischen den Mitten 200 von gegenüberliegenden zwei kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildungen



gen 20 überein.

Weiterhin ist es, wie es in den Fig. 11A und 11B gezeigt ist, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ebenso bevorzugt, daß die Sensorelektrode 120 eine kreisförmige Gestaltung oder eine Gestaltung eines rechtwinkligen Dreiecks aufweist. Eine Gesamtmenge von drei Gaslochprojektionsabbildungen 20 ist symmetrisch ausgebildet, wie es in der Darstellung gezeigt ist.

Die Sensorelektrode 120 ist durch drei gedachte gerade Linien, von denen jede den Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 mit der Mitte 200 (vergleiche Fig. 3) jeder Gaslochprojektionsabbildung 20 verbindet, in drei Unterbereiche 21, 22 und 23 geteilt, die alle im wesentlichen die gleiche Fläche und Gestaltung aufweisen. Der Abstand von dem Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 zu der Mitte 200 einer kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildung 20 ist mit dem Abstand von dem Schwerpunkt 121 zu der Mitte 200 irgendeiner anderen kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildung 20 identisch.

Weiterhin ist es, wie es in den Fig. 12A und 12B gezeigt ist, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ebenso bevorzugt, daß die Sensorelektrode 120 eine kreisförmige Gestaltung oder eine Gestaltung eines rechtwinkligen Pentagons aufweist. Eine Gesamtmenge von fünf Gaslochprojektionsabbildungen 20 ist symmetrisch ausgebildet, wie es in der Darstellung gezeigt ist.

Die Sensorelektrode 120 ist durch fünf gedachte gerade Linien, von denen jede den Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 mit der Mitte 200 (vergleiche Fig. 3) jeder Gaslochprojektionsabbildung 20 verbindet, in fünf Unterbereiche 21, 22, 23, 24 und 25 geteilt, von denen jeder im wesentlichen die gleiche Fläche und Gestaltung aufweist. Der Abstand von dem Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 zu der Mitte 200 einer kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildung 20 ist mit dem Abstand von dem Schwerpunkt 121 zu der Mitte 200 jeder anderen kreisförmigen Gaslochprojektionsabbildung 20 identisch.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Obleich die Gaslochprojektionsabbildungen 20, die in dem ersten Ausführungsbeispiel offenbart sind, sich genau auf dem Umfang oder der Außenlinie der Sensorelektrode 120 befinden, ist es ebenso möglich, diese Gaslochprojektionsabbildungen 20 innerhalb oder außerhalb des Umfangs oder der Außenlinie der Sensorelektrode 120 anzuordnen.

Das zweite Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie es in den Fig. 13A bis 15 gezeigt ist, offenbart andere Elemente zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, die Gaslochprojektionsabbildungen aufweisen, die an verschiedenen Abschnitten angeordnet sind.

Ein Element 31 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das in den Fig. 13A und 13B gezeigt ist, weist Gaslöcher 2 auf, die innerhalb des Bereichs von Pumpelektroden 110 einer Pumpzelle 11 ausgebildet sind: so daß sie sich vollständig innerhalb des Umfangs oder der Außenlinie der Pumpelektrode 110 befinden. Die Gaslöcher 2 bilden, wenn sie senkrecht oder vertikal zu der Oberfläche der Sensorzelle 12 projiziert werden, ihre gesamten Projektionsabbildungen innerhalb des Bereichs einer Sensorelektrode 120 aus. Das Element 31 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses weist eine erste Gaskammer 130 und eine zweite Gaskammer

140 auf, die durch einen Trennwandabschnitt 13a eines Abstandshalters 13 getrennt oder isoliert sind. Ein anderer Aufbau des Elements 31 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses ist im wesentlichen der gleiche wie der des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Ein Element 32 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das in den Fig. 14A und 14B gezeigt ist, weist Gaslöcher 2 auf, die direkt auf der Pumpzelle 11 ausgebildet sind. Anders ausgedrückt befinden sich die Gaslöcher 2 außerhalb des Bereichs der Pumpelektrode 110. Ein anderer Aufbau des Elements 32 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses ist im wesentlichen der gleiche wie der des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Ein Element 33 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das in Fig. 15 gezeigt ist, weist Gaslöcher 2 auf, deren Projektionsabbildungen außerhalb des Bereichs der Sensorelektrode 120 ausgebildet sind, wenn sie senkrecht oder vertikal zu der Oberfläche der Sensorzelle 12 projiziert werden.

Ein anderer Aufbau dieses Ausführungsbeispiels ist im wesentlichen der gleiche wie der des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses des ersten Ausführungsbeispiels. Somit bringt dieses Ausführungsbeispiel im wesentlichen den gleichen Effekt und die gleiche Funktion wie das erste Ausführungsbeispiel hervor.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Das dritte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie es in den Fig. 16 bis 19 gezeigt ist, offenbart Elemente 41 und 42 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, die eine Pumpzelle 11 und eine Sensorzelle 12 aufweisen, die auf den gegenüberliegenden Wänden einer Gaskammer 430 vorgesehen sind.

Genauer gesagt weist das Element 41 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das in den Fig. 16 und 17 gezeigt ist, einen inneren Hohlraum, der als Gaskammer 430 dient, eine Sensorzelle 12, die die untere Oberfläche der Gaskammer 430 bildet, eine Pumpzelle 11, die eine Seitenoberfläche der Gaskammer 430 bildet und Abstandshalter 431 und 43 auf, die andere innere Oberflächen der Gaskammer 430 bilden.

Zwei Gaslöcher 2, die beide einen Teil eines erfaßten Gases in die Gaskammer 430 einbringen, sind auf dem Abstandshalter 431 vorgesehen, welcher der Sensorzelle 12 gegenüberliegt.

Die Gaslöcher 2 bilden, wenn sie senkrecht oder vertikal zu der Oberfläche der Sensorzelle 12 projiziert werden, ihre Projektionsabbildungen 20 auf der Oberfläche der Sensorelektrode 120 aus. Die Sensorelektrode 120 ist durch eine gedachte Linie, die durch die Mitte 200 (vergleiche Fig. 3) jeder Gaslochprojektionsabbildung 20 und den Schwerpunkt der Sensorelektrode 120 geht, in zwei Unterbereiche geteilt, die im wesentlichen die gleiche Fläche und Gestaltung aufweisen.

Ein anderer Aufbau des Elements 41 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses ist im wesentlichen der gleiche wie der des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Somit bringt dieses Ausführungsbeispiel im wesentlichen den gleichen Effekt und die gleiche Funktion wie das erste Ausführungsbeispiel hervor.

Das Element 42 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das in den Fig. 18 und 19 gezeigt ist, weist

einen inneren Hohlraum, der als Gaskammer 430 dient, eine Sensorzelle 12, die die untere Oberfläche der Gaskammer 430 bildet, zwei getrennte Pumpzellen 11, die gegenüberliegende Seitenoberflächen der Gaskammer 430 bilden, und Abstandshalter 431, 432 und 433 auf, die andere innere Oberflächen der Gaskammer 430 bilden.

Ein anderer Aufbau des Elements 42 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses ist im wesentlichen der gleiche wie der des zuvor beschriebenen Elements 41 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses. Somit bringt dieses Ausführungsbeispiel im wesentlichen den gleichen Effekt und die gleiche Funktion wie das erste Ausführungsbeispiel hervor.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines vierten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Fig. 20 zeigt ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, welches eine Gesamtmenge von vier in einer Linie ausgerichteten Gaslöchern aufweist, von denen jedes einen Teil eines erfaßten Gases in seine Gaskammer einbringt. Obgleich es in der Darstellung nicht gezeigt ist, weist das Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel auf die gleiche Weise wie das erste Ausführungsbeispiel eine Pumpzelle, die Pumpelektroden aufweist, die auf gegenüberliegenden Oberflächen von ihr vorgesehen sind, eine Sensorzelle 12, die Sensorelektroden 120 aufweist, die auf gegenüberliegenden Oberflächen von ihr vorgesehen sind, und eine Gaskammer auf, die sich zwischen diesen Zellen befindet und zwei gegenüberliegende Oberflächen aufweist, die durch diese Zellen definiert sind.

Die in einer Linie ausgerichteten vier Gaslöcher, die auf der Pumpzelle oder Pumpelektrode ausgebildet sind, bilden, wenn sie senkrecht oder vertikal zu der Oberfläche der Sensorelektrode 120 projiziert werden, ihre Projektionsabbildungen a, b, c und d aus, die im wesentlichen die gleiche kreisförmige Fläche aufweisen und entlang einer geraden Linie angeordnet sind, wie es in Fig. 20 gezeigt ist.

Das Bezugszeichen 51 bezeichnet die Projektionsabbildung des Schwerpunkts der vier Gaslöcher die ausgebildet wird, wenn er auf die Sensorelektrode 120 projiziert wird. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel stimmt die Projektionsabbildung 51 des Schwerpunkts der vier Gaslöcher mit dem Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 überein.

In Fig. 20 bezeichnet  $l_1$  den Abstand zwischen zwei Gaslöchern, die Projektionsabbildungen a und c ausbilden, bezeichnet  $l_2$  den Abstand zwischen zwei Gaslöchern, die die Projektionsabbildungen c und d ausbilden, und bezeichnet  $l_3$  den Abstand zwischen zwei Gaslöchern, die die Projektionsabbildungen d und b ausbilden. Gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel ist  $l_1 = l_2 = l_3 = 3 \text{ mm}$ . Jedes kreisförmige Gasloch weist den Durchmesser von 0.1 mm auf.

Ein anderer Aufbau dieses Ausführungsbeispiels ist im wesentlichen der gleiche wie der des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Somit bringt dieses Ausführungsbeispiel im wesentlichen den gleichen Effekt und die gleiche Funktion wie das erste Ausführungsbeispiel hervor.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines fünften Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Fig. 21 zeigt ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das drei Gaslöcher aufweist, von denen jedes einen Teil eines erfaßten Gases in seine

Gaskammer einbringt. Wie es in Fig. 21 gezeigt ist bilden Gaslöcher, die auf der Pumpzelle oder Pumpelektrode (nicht gezeigt) ausgebildet sind, wenn sie senkrecht oder vertikal zu der Oberfläche der Sensorelektrode 120 projiziert werden, ihre Projektionsabbildungen a, b und c aus, von denen jede im wesentlichen die gleiche kreisförmige Fläche aufweist und an einem Eckpunkt eines Dreiecks angeordnet ist.

Das Bezugszeichen 51 bezeichnet die Projektionsabbildung des Schwerpunkts des Dreiecks, das durch die drei Gaslöcher definiert ist, das ausgebildet wird, wenn er auf die Sensorelektrode 120 projiziert wird. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist die Projektionsabbildung 51 des Schwerpunkts des zuvor definierten Dreiecks von dem Schwerpunkt 121 der Sensorelektrode 120 um den Abstand m versetzt.

In Fig. 21 bezeichnet M den kleinsten Abstand von dem Schwerpunkt 121 zu dem Umfang oder der Außenlinie 125 der Sensorelektrode 120, welcher, bzw. welche sich bezüglich des Schwerpunkts 121 auf der gleichen Seite wie die Projektionsabbildung 51 befindet.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist  $m = 0.1 \text{ mm}$  und ist  $M = 1.5 \text{ mm}$  und im allgemeinen ist die Beziehung  $m \leq 0.1 M$  erfüllt.

Ein anderer Aufbau dieses Ausführungsbeispiels ist der gleiche wie der des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Mit dem zuvor beschriebenen Aufbau ist es möglich, jede unerwünschte stufenartige Verteilung in der Konzentration des erfaßten Gases entlang der Oberfläche der Sensorelektrode 120 zu beseitigen. Somit bringt dieses Ausführungsbeispiel den gleichen Effekt und die gleiche Funktion wie das erste Ausführungsbeispiel hervor.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines sechsten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Fig. 22 zeigt ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das drei Gaslöcher aufweist, von denen jedes einen Teil eines erfaßten Gases in seine Gaskammer einbringt. Wie es in Fig. 22 gezeigt ist, bilden Gaslöcher, die auf der Pumpzelle oder Pumpelektrode (nicht gezeigt) ausgebildet sind, wenn sie senkrecht oder vertikal zu der Oberfläche der Sensorelektrode 120 projiziert werden, ihre Projektionsabbildungen a, b und c aus, von denen jede im wesentlichen die gleiche kreisförmige Fläche aufweist und an einem Eckpunkt eines Dreiecks angeordnet ist.

In Fig. 22 bezeichnet  $l_1$  den Abstand zwischen zwei Gaslöchern, die Projektionsabbildungen a und b ausbilden, bezeichnet  $l_2$  den Abstand zwischen zwei Gaslöchern, die Projektionsabbildungen b und c ausbilden und bezeichnet  $l_3$  den Abstand zwischen zwei Gaslöchern, die Projektionsabbildungen c und a ausbilden. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist  $l_1 = 2.3 \text{ mm}$ , ist  $l_2 = 2.5 \text{ mm}$  und ist  $l_3 = 2.6 \text{ mm}$ . Der mittlere Abstand L beträgt in diesem Fall 2.467 mm. Im allgemeinen befinden sich Abstände  $l_1$ ,  $l_2$  und  $l_3$  irgendwo innerhalb des Bereichs von 0.9L bis 1.1L.

Ein anderer Aufbau des sechsten Ausführungsbeispiels ist im wesentlichen der gleiche wie der des Elements 1 zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Somit bringt dieses Ausführungsbeispiel im wesentlichen den gleichen Effekt und die gleiche Funktion wie das erste Ausführungsbeispiel hervor.

Im Hinblick auf eine Dispersion zwischen Gaslöchern definieren die Erfinder der vorliegenden Erfindung den

bevorzugten Bereich dieser Gaslöcher durch die folgende Beziehung:

$$0.88R \leq r_n \leq 1.12R$$

wobei  $r_n$  den Durchmesser von irgendeinem der Gaslöcher bezeichnet, während R den Mittelwert aller Durchmesser der Gaslöcher bezeichnet.

Wie es aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich ist, schafft die vorliegende Erfindung ein Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das eine hervorragende Genauigkeit und ein hervorragendes Verhalten aufweist.

Ein in der vorhergehenden Beschreibung offenbartes Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses weist eine Pumpzelle, die auf sich mindestens ein Paar von Pumpelektroden aufweist, eine Sensorzelle, die auf sich mindestens ein Paar von Sensorelektroden aufweist, und eine Gaskammer auf, die zwei Oberflächen aufweist, die durch die Pumpzelle und die Sensorzelle definiert sind. Zwei bis fünf Gaslöcher, die den gleichen Durchmesser aufweisen und mit der Gaskammer in Verbindung stehen sind zum Einbringen von erfaßtem Gas in die Gaskammer vorgesehen. Die Gaslöcher bilden ihre Projektionsabbildungen auf einer Oberfläche der Sensorzelle aus, welche auf sich eine Sensorelektrode aufweist und der Gaskammer gegenüberliegt, wenn die Gaslöcher senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle projiziert werden. Weiterhin ist die Sensorelektrode durch eine gedachte Linie, die den Schwerpunkt der Sensorelektrode und die Mitte der Projektionsabbildung jedes Gaslochs verbindet, in eine Mehrzahl von ähnlichen Unterbereichen teilbar.

#### Patentansprüche

1. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das aufweist:  
eine Pumpzelle (11), die auf sich mindestens ein Paar von Pumpelektroden (110) aufweist;  
eine Sensorzelle (12), die auf sich mindestens ein Paar von Sensorelektroden (120) aufweist;  
eine Gaskammer (130), die zwei Oberflächen aufweist, die durch die Pumpzelle (11) und die Sensorzelle (12) definiert sind; und  
zwei bis fünf Gaslöcher (2), die mit der Gaskammer (130) in Verbindung stehen, zum Einbringen von erfaßtem Gas in die Gaskammer (130), wobei die Gaslöcher (2) in ihrer Abmessung im wesentlichen miteinander identisch sind,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Gaslöcher (2) ihre Projektionsabbildungen (20) auf einer Oberfläche der Sensorzelle (12) ausbilden, welche auf sich eine Sensorelektrode (120) aufweist und der Gaskammer (130) gegenüberliegt, wenn die Gaslöcher (2) senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle (12) projiziert werden; und  
die Sensorelektrode (120) durch eine gedachte Linie den Schwerpunkt (121) der Sensorelektrode (120) und die Mitte (200) der Projektionsabbildung (20) jedes Gaslochs (2) verbindet, in eine Mehrzahl von ähnlichen Unterbereichen (21, 22; 21 bis 23; 21 bis 24; 21 bis 25) teilbar ist.
2. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbereiche (21, 22; 21 bis 23; 21 bis 24; 21 bis 25) der Sensorelektrode (120) die folgende Beziehung erfüllen:

$$S/s \leq 1.25$$

wobei S die Fläche des größten Unterbereichs bezeichnet und s die Fläche des kleinsten Unterbereichs bezeichnet.

3. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Projektionsabbildung (20) jedes Gaslochs (2) innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode (120) ausgebildet ist.

4. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionsabbildung (20) jedes Gaslochs (2) vollständig innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode (120) ausgebildet ist.

5. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses, das aufweist:

eine Pumpzelle (11), die auf sich mindestens ein Paar voll Pumpelektroden (110) aufweist;

eine Sensorzelle (12), die auf sich mindestens ein Paar von Sensorelektroden (120) aufweist;

eine Gaskammer (130), die zwei Oberflächen aufweist, die durch die Pumpzelle (11) und die Sensorzelle (12) definiert sind; und

zwei bis fünf Gaslöcher (2), die mit der Gaskammer (130) in Verbindung stehen, zum Einbringen von erfaßtem Gas in die Gaskammer (130), wobei die Gaslöcher (2) in ihrer Abmessung im wesentlichen miteinander identisch sind, bei der

die Gaslöcher (2) ihre Projektionsabbildungen (20, a bis d) auf einer Oberfläche der Sensorzelle (12) ausbilden, welche auf sich eine Sensorelektrode (120) aufweist und der Gaskammer (130) gegenüberliegt, wenn die Gaslöcher (2) senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle (12) projiziert werden; die Gaslöcher (2) zusammen eine maximale Gestaltung definieren, wenn die Mitten der Gaslöcher (2) miteinander verbunden sind;

die maximale Gestaltung den Schwerpunkt aufweist, dessen Projektionsabbildung (51) auf der Sensorelektrode (120) ausgebildet ist, wenn die maximale Gestaltung senkrecht zu der Oberfläche der Sensorzelle (12) projiziert wird; und  
die Gaslöcher (2) und die Sensorelektrode (120) zusammen die folgende Beziehung erfüllen:

$$0 \leq m \leq 0.1M$$

wobei m den Versatzwert von der Projektionsabbildung (51) des Schwerpunkts der maximalen Gestaltung zu dem Schwerpunkt (121) der Sensorelektrode (120) bezeichnet, während M den kleinsten Abstand von dem Schwerpunkt (121) der Sensorelektrode (120) zu dem Umfang der Sensorelektrode (120) bezeichnet, der sich auf der gleichen Seite wie die Projektionsabbildung (51) des Schwerpunkts der maximalen Gestaltung befindet.

6. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtmenge von Gaslöchern (2) entweder drei, vier oder fünf ist und der Abstand zwischen beliebig ausgewählten benachbarten zwei Gaslöchern (2) der gleiche wie der Abstand zwischen irgendwelchen anderen benachbarten zwei Gaslöchern (2) ist.

7. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtmenge der Gaslöcher (2)

entweder drei, vier oder fünf ist und die Gaslöcher (2) zusammen die folgende Beziehung erfüllen:

$$0.9L \leq l_n \leq 1.1L$$

wobei  $l_n$  den Abstand zwischen irgendwelchen benachbarten zwei Gaslöchern (2) bezeichnet und  $L$  den Mittelwert aller Abstände zwischen benachbarten zwei Gaslöchern (2) bezeichnet.

8. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaslöcher (2) zusammen die folgende Beziehung erfüllen:

$$0.88R \leq r_n \leq 1.12R$$

wobei  $r_n$  den Durchmesser von irgendeinem der Gaslöcher (2) bezeichnet, während  $R$  den Mittelwert aller Durchmesser der Gaslöcher (2) bezeichnet.

9. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach einem der Ansprüche 5 bis 8 dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Projektionsabbildung jedes Gaslochs (2) innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode (120) ausgebildet ist.

10. Element zum Erfassen eines Luft/Kraftstoffverhältnisses nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionsabbildung jedes Gaslochs (2) vollständig innerhalb des Bereichs der Sensorelektrode (120) ausgebildet ist.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

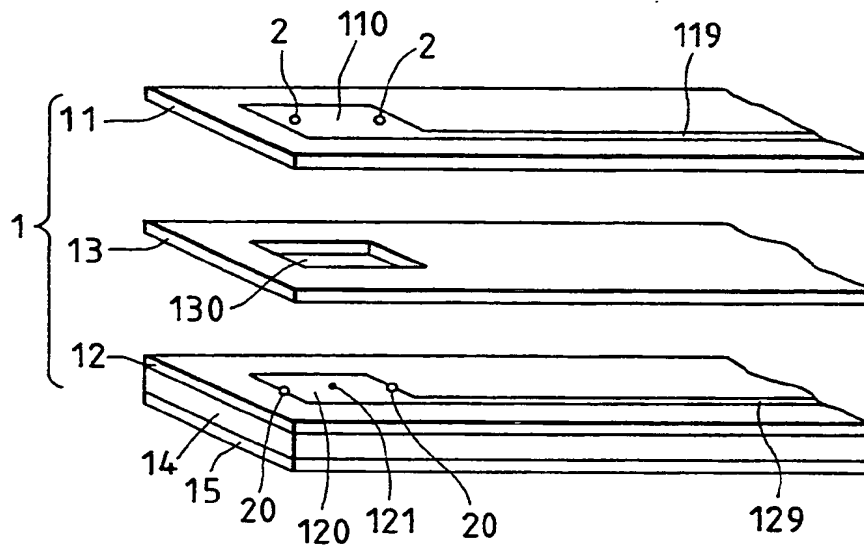


FIG. 2

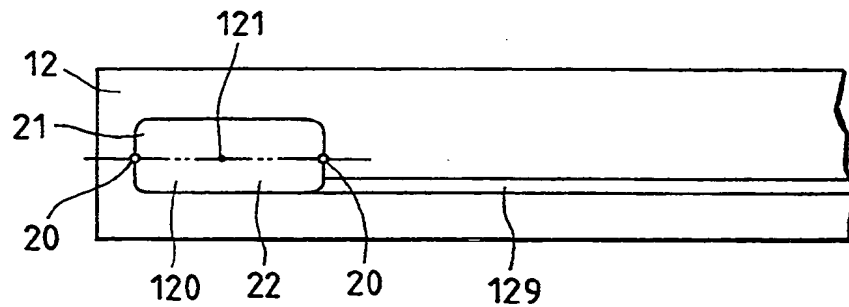


FIG. 3

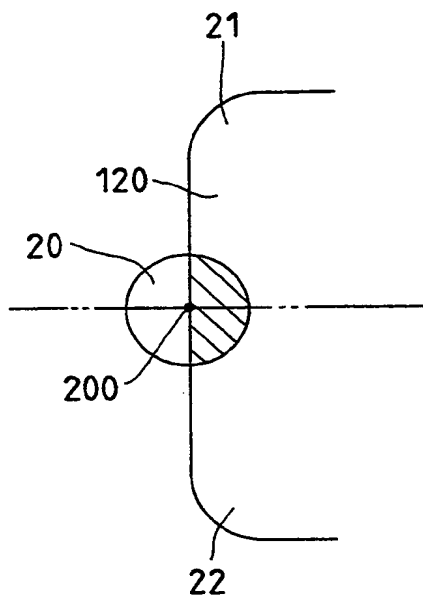


FIG. 4

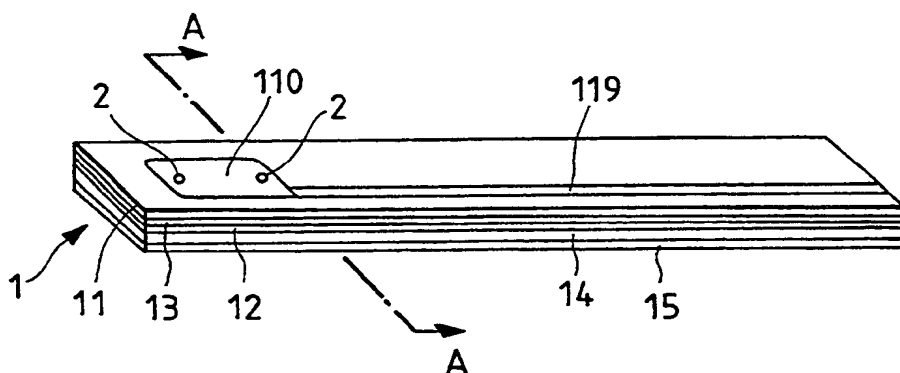


FIG. 5

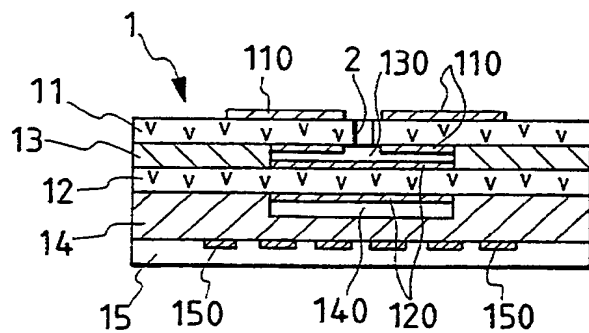


FIG. 6

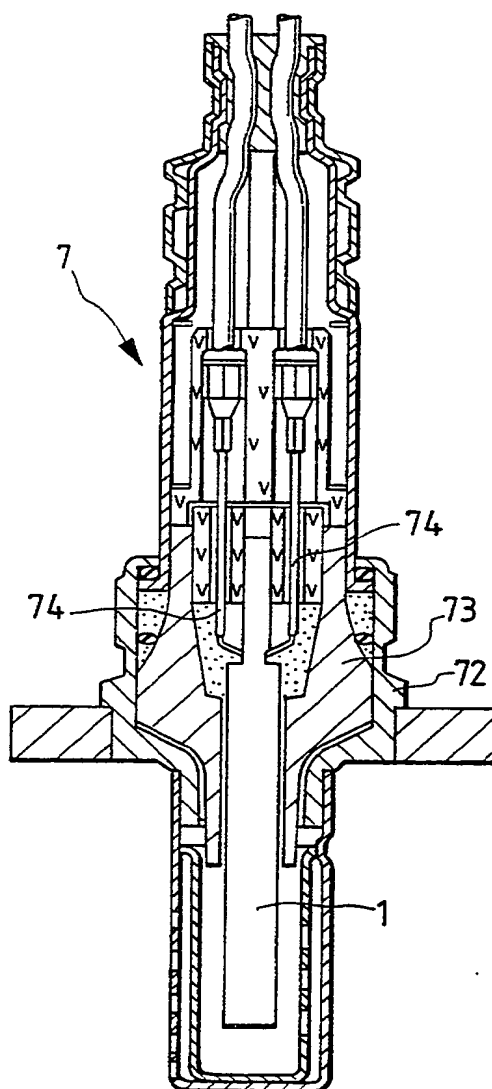




FIG. 7

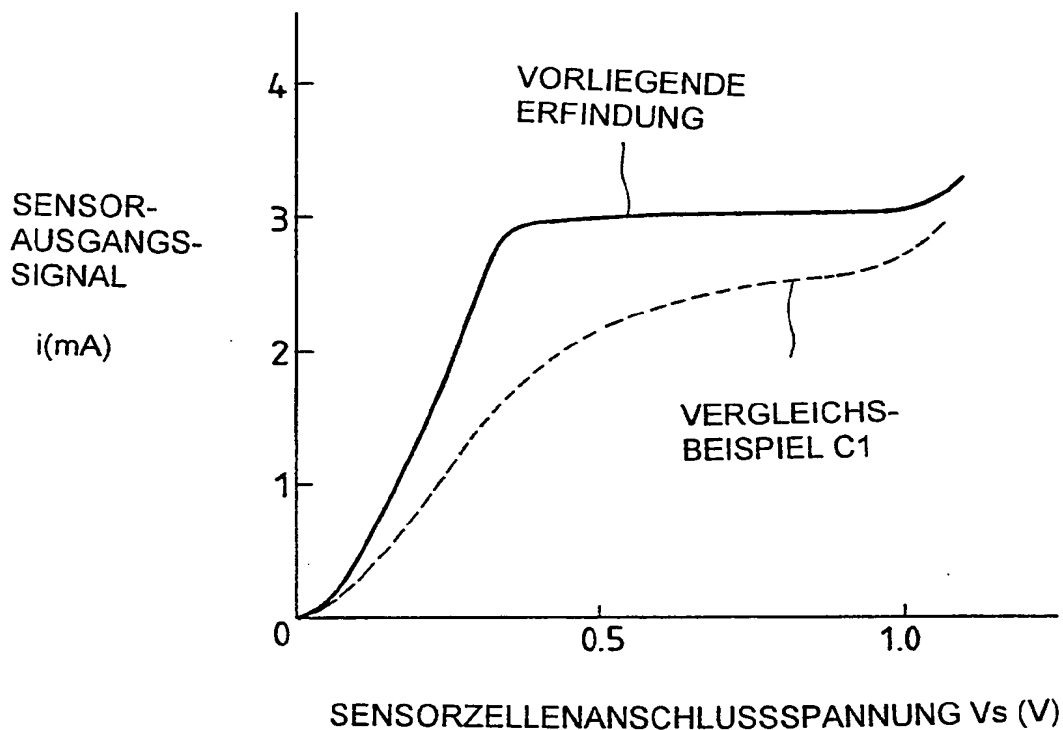
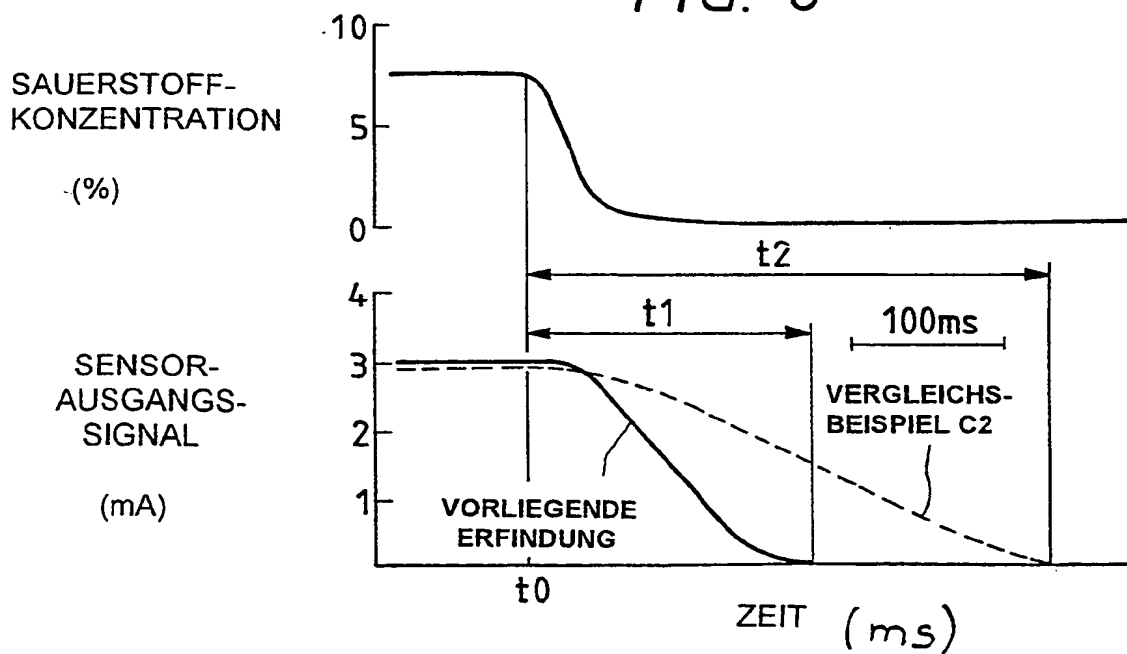
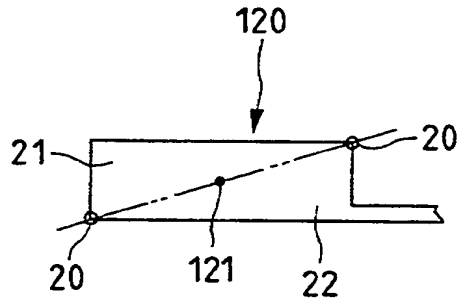


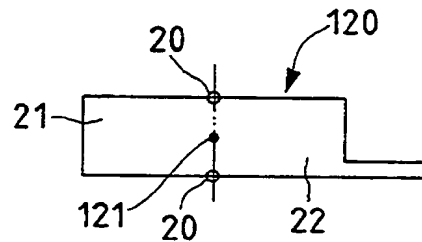
FIG. 8



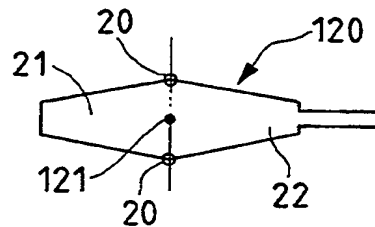
*FIG. 9A*



*FIG. 9B*



*FIG. 9C*



*FIG. 9D*

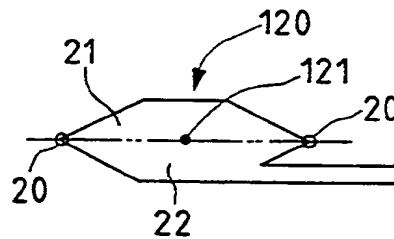


FIG. 10A

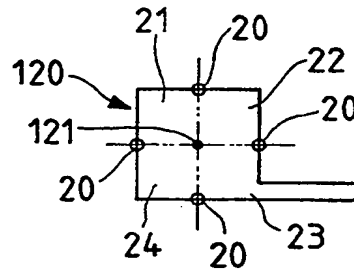


FIG. 10B

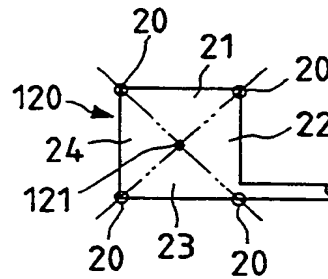


FIG. 10C

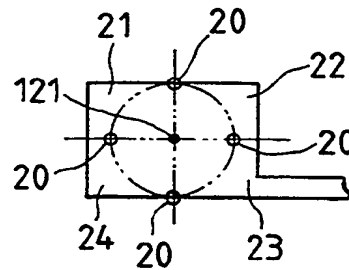


FIG. 11A

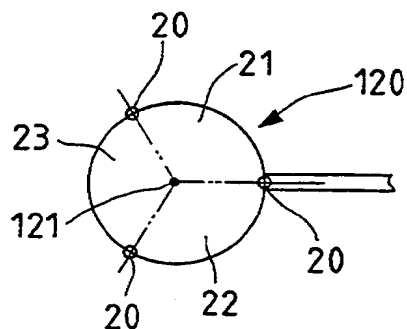


FIG. 11B

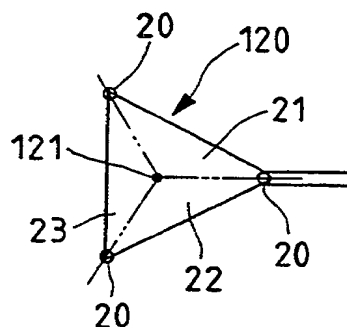


FIG. 12B

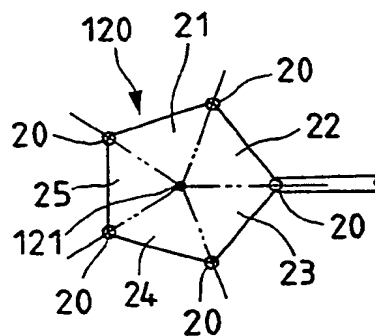


FIG. 13A

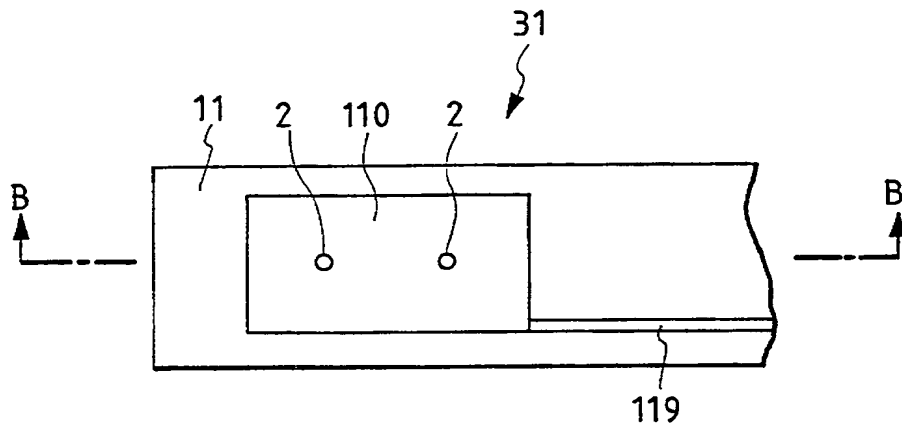


FIG. 13B

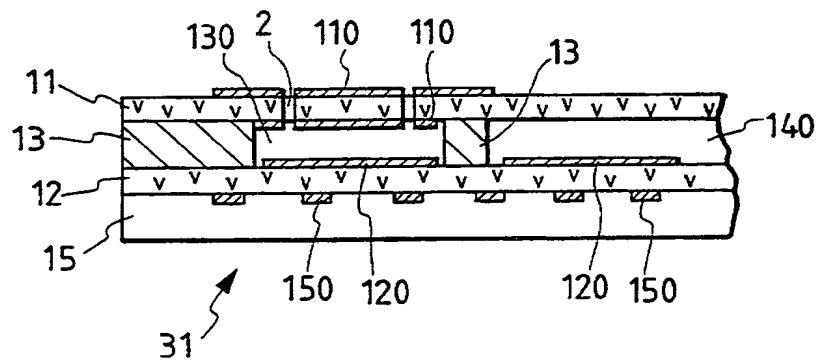


FIG. 14A

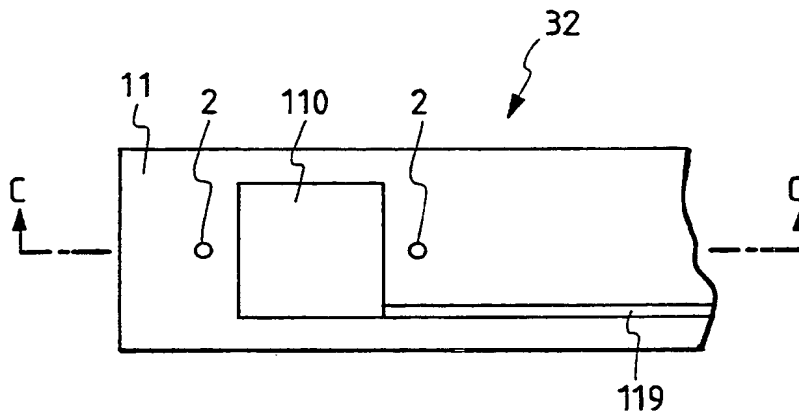


FIG. 14B

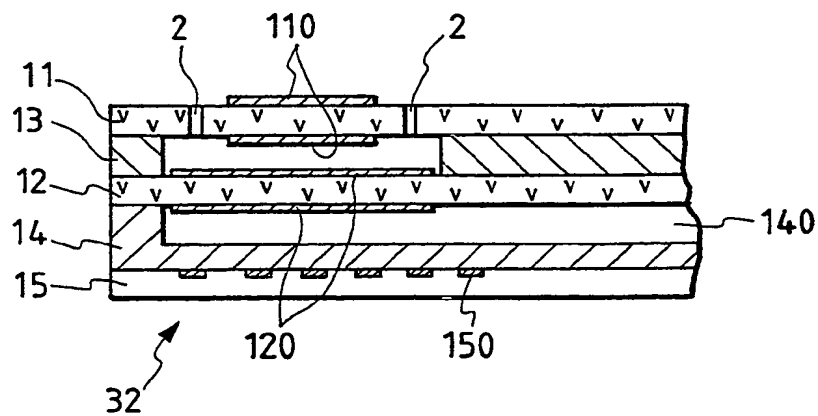


FIG. 15

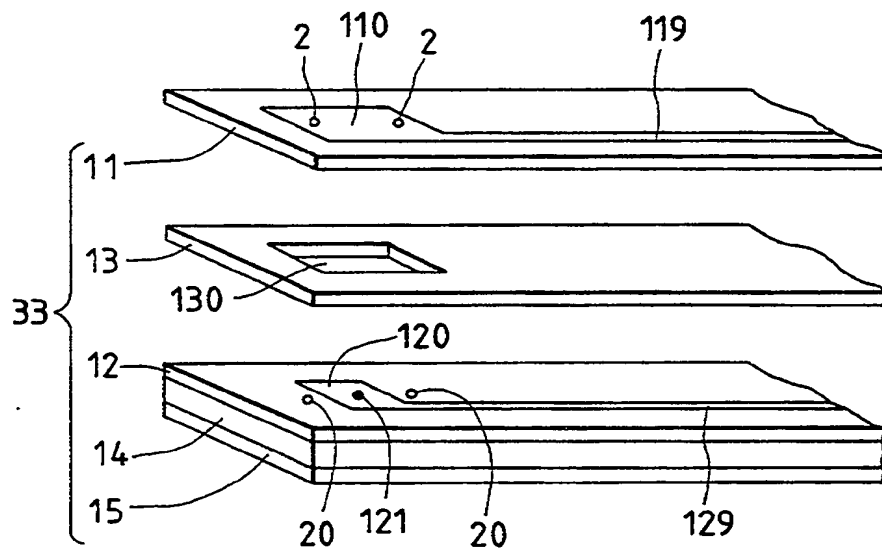




FIG. 16.

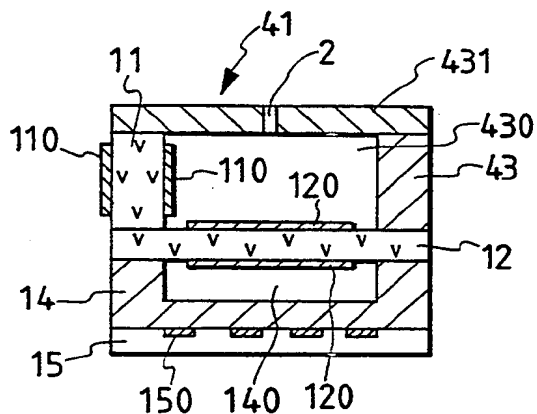


FIG. 17

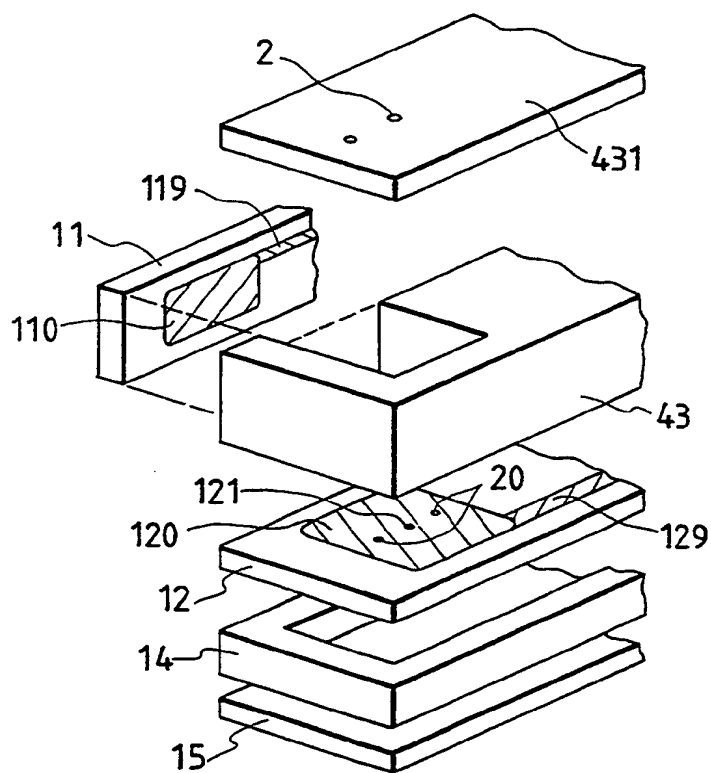


FIG. 18

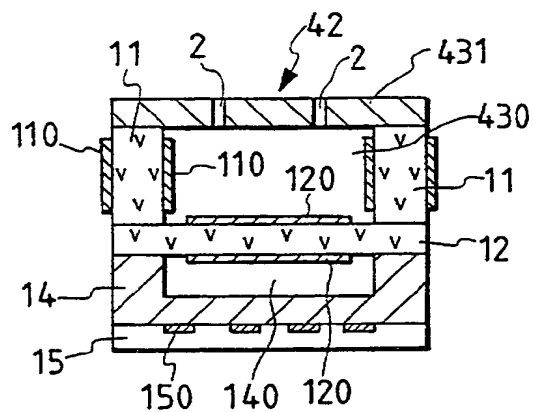


FIG. 19

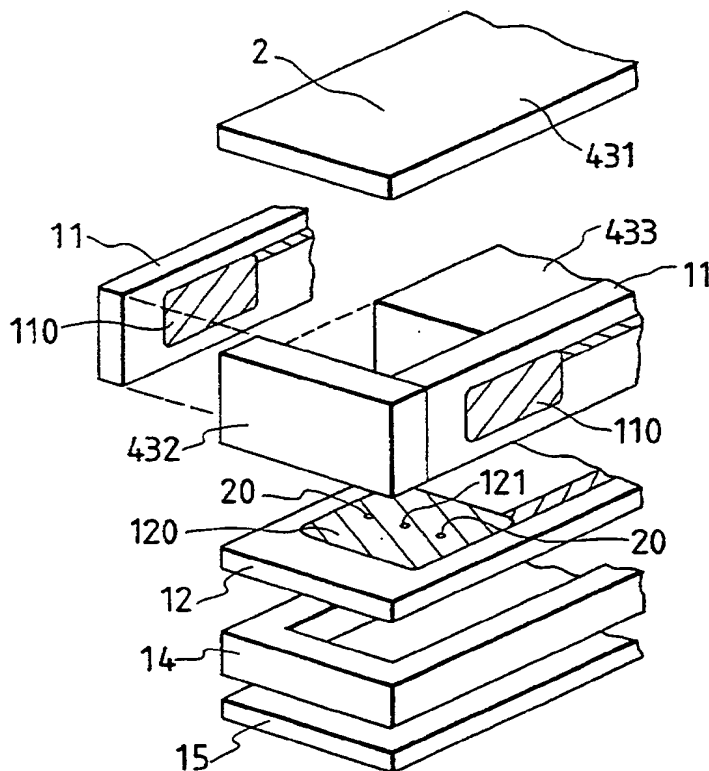


FIG. 20

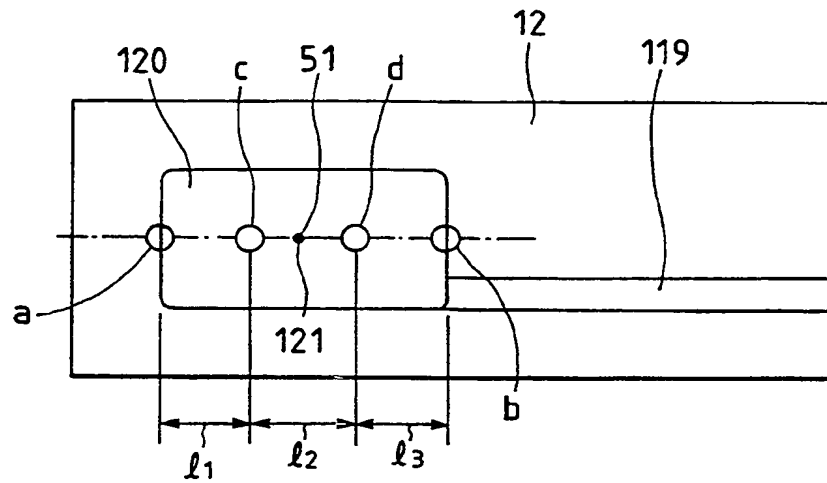


FIG. 21

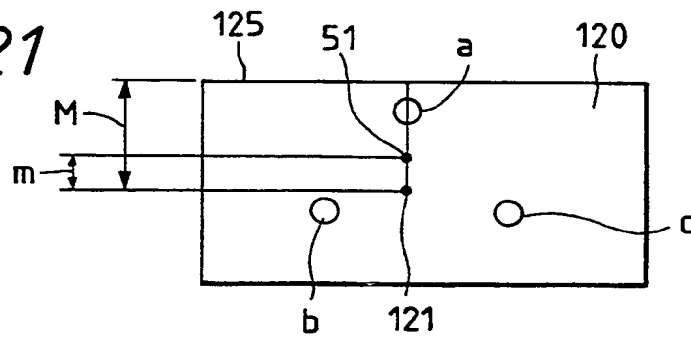
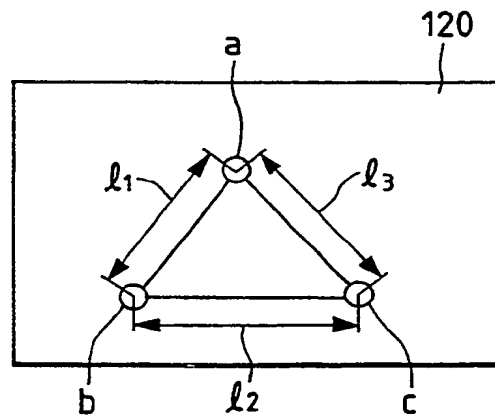


FIG. 22



*FIG. 23* STAND DER TECHNIK

